

**SCIENTIFIC TRANSLATION SERVICES**

411 Wyntre Lea Dr.

Bryn Mawr, PA 19010

**CERTIFICATE OF TRANSLATION**

I, the undersigned do hereby certify that to the best of my knowledge and belief the following is a true translation into English of the French-language document identified as French Patent FR 2,676,125).

Signed on this 22nd day of January, 2004.

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'I' followed by a cursive 'T' and 'A'.

---

Imre Takacs

Translated from French by  
 SCIENTIFIC TRANSLATION SERVICES  
 411 Wyntre Lea Dr.  
 Bryn Mawr, PA 19010

(19) FRENCH REPUBLIC

NATIONAL INSTITUTE FOR  
 INDUSTRIAL PROPERTY

PARIS

(11) Publication No.: **2,676,125**  
 (to be used for copy requests only)

(21) National Registration No.: **81 21334**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: G 01 S 7/38

(12) **PATENT APPLICATION** **A1**

---

(22) Filing Date: 11/13/1981.

(30) Priority:

(43) Date of Laying Open of the Application to Public Inspection:  
 11/06/1992 Bulletin 92/45

(56) List of Documents Cited in the Search Report: *The search report was not completed on the date of publication of the application.*

(60) References to Other Pertinent National Documents:

(71) Applicant(s): Company called: ELECTRONIQUE MARCEL DASSAULT - FR.

(72) Inventor(s): Gourion Jean-Phillippe, André.

(73) Assignee(s):

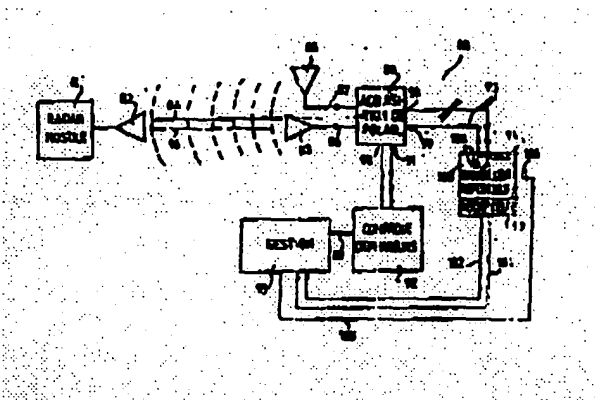
(74) Agent: Cabinet Netter.

---

(54) **Electronic Countermeasure Process and Device Using Polarized Electromagnetic Waves.**

(57) In electronic countermeasure processes and devices, electromagnetic signals coming from a source presumed to be hostile (82) are captured with a view of sending countermeasure signals that are suitable for deceiving or interfering with a receiver associated with this source. The polarization components of the captured signals are detected by means of antennae (83, 85), and the polarization diagram of these signals is analyzed in a polarimeter (88). At first, polarized jamming signals are sent in the same way as the signals captured from the device (88) and the antennae (83, 85), then the

polarization diagram of the sent signals is developed by means of an adjustment of the polarimeter (88) up to a position orthogonal to that of the diagram detected for the captured signals.



KEY:

RADAR HOSTILE = HOSTILE RADAR

ACQUISITION DE POLAR. = ACQUISITION OF POLARIZATION

BROUILLEUR = JAMMER

REPONDEUR = RESPONDER

RECEPTEURS = RECEIVERS

CONTROLE DEPHASEURS = CONTROL OF PHASE SHIFTERS

GESTION = MANAGEMENT

## **Electronic Countermeasure Process and Device Using Polarized Electromagnetic Waves**

The present invention pertains, in particular, to jammers designed to lure hostile weapons systems equipped with radars or to render them ineffective.

For example, weapons systems, and in particular airborne ones, are known, which comprise a radar device suitable for "scouting out" a target, towards which an explosive charge mounted on a vehicle guided by a radar receiver sensitive to the echoes coming from the target is released.

For putting such systems in check, the targets may be equipped with countermeasure devices, i.e., jamming devices, which are suitable for capturing the signals that reach them from the hostile radar and for sending signals in response which are likely to deceive the hostile guiding system and/or to reduce its effectiveness.

In general, the waves that are sent by the radar devices used in these weapons systems are polarized according to a polarization diagram which can be characterized either by a single direction (linear polarization), or by two main directions in a plane (circular or elliptical polarization).

For being able to play its role effectively, the jammer must therefore send waves whose polarization comes as close as possible to that of the hostile radar signals that reach it. The latter polarization is generally unknown, and an attempt is made to adapt to it by a suitable arrangement of the sending aerials of the jammer in order to minimize the deviations between the polarization of the jamming waves and all the polarization forms of the signals capable of being jammed. In principle, more of these deviations are large, and more of the waves sent by the jammer are attenuated vis-à-vis the radar which one wants to jam.

However, it has been noticed that, at the very least on a theoretical level, the sending by a jammer of signals, whose polarization diagram differs from that of the hostile radar waves, may be a factor of interference with the functioning of the latter, but the technical difficulties of implementing this principle, which represents one of the forms of an angular jamming, seemed up to now to prevent its practical application.

The object of the present invention is a process and a device precisely designed to make it possible to effectively perform such an angular jamming function.

According to the present invention, electromagnetic signals that reach an electronic countermeasure device are captured, and the polarization diagram of the captured signals is, at least approximately, detected with a view to sending polarized waves, whose polarization diagram is modified to cause it to change practically continuously over a given angular distance and preferably to make it pass over a condition orthogonal to that of the diagram of the captured signals. The polarization detection is carried out whether the polarization diagram of the captured waves is linear, circular, or elliptical.

Interfering with the functioning of a radar device suitable for receiving polarized echoes according to a given diagram by transmitting to it wave signals, whose polarization diagram is perpendicular to that of these echoes, has already been proposed. However, the tests carried out by the Applicant showed that the effects obtained were poor.

It was found quite unexpectedly that the interference with a hostile radar may be obtained extremely effectively if the polarization diagram of the signals resent by the countermeasure device, instead of being adjusted and maintained under a condition of rigorous orthogonality in relation to that of the

captured signals, varies in the area surrounding this condition until passing over it. The tests carried out showed that the detection circuits of a hostile radar, which capture such signals with variable polarization, passing by the orthogonal position, instead of the echoes for which they are adapted, would undergo a very significant destabilization of the automatic controls, which would lead, with it, to the loss of aim of the guiding members subjected to the control of these detection circuits.

It is possible to imagine that the radome of the lured system contributes greatly to the processing of the angular error that affects this system from the signals of variable polarization that it receives.

It was also found that it was advantageous to make the polarization diagram of the countermeasure signals oscillate on both sides of the said orthogonality condition.

This procedure has the advantage of offering the certainty that the polarization diagram of the countermeasure signals effectively reaches, at one or more instants during its course, a position that is rigorously orthogonal to that of the captured signals, even if the polarization diagram of the latter was only determined approximately.

According to a preferred embodiment of the process according to the present invention, after having detected the polarization diagram of signals coming from an external source presumed to be hostile, one starts by sending countermeasure signals according to a polarization diagram, which is more or less identical to that of the captured signals, and then this [diagram] is made to change towards the said orthogonal position.

This period of sending signals of identical polarization can be taken advantage of for carrying out a jamming law, such as a window flight. It is known that this term designates a countermeasure technique applicable to cases in which the signals of the hostile radar are sent in the form of pulses, and the echoes of the target are detected by a remote window tracking or Doppler system, and according to which pulses are sent by means of the jammer, which obey a temporal or frequency law, suitable for luring the detection device of the hostile radar.

The polarization diagram of the countermeasure signals starting from the polarization diagram of the captured signals can be modified relatively continuously in the direction of the said orthogonal position, so as to prevent discontinuities, which would risk being relatively easily detected by the circuits of a radar that one is trying to interfere with.

According to an advantageous embodiment of the present invention a provision is additionally made to vary the power of the countermeasure signals sent, at the same time as their polarization diagram is made to change.

Finally, another object of the present invention is a radar-type device and in particular one applied to the electronic countermeasures, comprising adjustable polarization means, making it possible to vary the polarization of electromagnetic signals that it sends. According to one embodiment, this device also comprises means suitable for analyzing the polarization of captured waves coming from a radar presumed to be hostile and means for controlling these polarization means with the view to making the polarization diagram of the countermeasure signals change more or less continuously on an angular course depending on the polarization of the captured signals.

According to one mode of application of the present invention, these control means are suitable for making the polarization diagram of said countermeasure signals change, by passing over a position

orthogonal to that of the polarization diagram of captured signals coming from a radar presumed to be hostile.

The process and device described are particularly well suited for the jamming of monopulse type radars. This expression designates radars which are suitable for detecting remote information, site information and relative bearing information of the target, at the same time, from the echoes of a pulse. Particularly known are such radars that are equipped with a multiple slot antenna, these slots being generally distributed in a plane divided into four quadrants, whose inputs and outputs can be switched in such a manner that, if a radar pulse is sent simultaneously by the set of slots forming the four quadrants, the sum of the powers of the echoes received by the four quadrants can be received at the same time for determining the distance from the target, which is at the origin of these echoes, and the differences of two each of the powers received by the four quadrants for obtaining a site and relative bearing location of this target.

The explanations and the description of the exemplary embodiments below are given with reference to the attached drawings, in which:

Figure 1 shows an example of a situation suitable for the application of the present invention;

Figure 2 shows a device comprising a polarimeter for the implementation of the present invention;

Figure 3 is a vector diagram, illustrating the explanations of Figure 2;

Figure 4 schematically shows an apparatus for implementing the present invention.

An armed aircraft 10 (Figure 1) is equipped with a radar device, comprising an angular jammer that is provided with the improvements according to the present invention. This jammer is suitable for acting on hostile weapons systems, both of the active type and the semi-active type.

In the example of Figure 1 a missile 12 is launched from a fighter aircraft 14, which "scouts out" the target aircraft 10 from a beam of high-frequency pulses 16, whose echoes 18, after reflecting on the target 10, are captured by the receiving radar of a semi-active homing device guiding the missile 12 in the direction of the target 10.

The receiving radar equipping the missile 12 and the radar equipping the aircraft 14 are of the monopulse type. The latter is equipped, in this example, with a slot antenna, whose direction, generally vertical or horizontal, defines the linear, horizontal or vertical, respectively, polarization of the high-frequency waves sent.

The jammer equipping the target 10 functions as a responder, i.e., it analyzes the radar pulses that it captures for resending pulses suitable for luring the semi-active radar equipping the missile 12.

It comprises a frequency analyzer of a known type, not shown, and a polarization diagram analyzer shown in Figure 2.

The device in Figure 2 is a polarimeter suitable for detecting any polarization diagram, either linear, elliptical or circular, of a high-frequency wave 16 coming from a hostile sender, such as those of the aircraft 14. To that end, it has two antennae, which are sensitive to the horizontal and the vertical components, respectively, of the electromagnetic waves that reach it.

The signals at the outputs 21 and 23 of the antennae 20 and 22 are transmitted by the wave guides 24 and 26, respectively, to the respective phase shifters 25 and 27, whose respective outputs 28 and 30 are connected to the inputs 29 and 31 of a coupling device or magic T-piece. This device is suitable for delivering, at its respective outputs 35 ( $\Sigma_1$ ) and 34 ( $\Delta_1$ ), signals corresponding to the sum ( $\Sigma_1$ ) and the difference ( $\Delta_1$ ), respectively, of the amplitudes of the high-frequency signals attacking its inputs 29 and 31.

The waves of the outputs 34 ( $\Delta_1$ ) and 35 ( $\Sigma_1$ ) are sent, respectively, to the phase shifters 40 ( $\Phi_1$ ) and 42 ( $\Phi_2$ ), whose respective outputs 43 and 45 are connected by the wave guides appropriate for the respective inputs of a new magic T-piece 50. The latter also forms the sum and the difference of the signals at its inputs in order to make appear, at its outputs 52 ( $\Delta_2$ ) and 54 ( $\Sigma_2$ ), the signals with amplitudes equal to the difference and the sum of the amplitudes present at its inputs, respectively.

The groups of phase shifters 25 ( $\phi_1$ ), 27 ( $\phi_2$ ) and 40 ( $\Phi_1$ ), 42 ( $\Phi_2$ ) are adjustable under the effect of a control device 60 connected at the control inputs 62<sub>1</sub>, 62<sub>2</sub> and 64<sub>1</sub>, 64<sub>2</sub>, respectively, of the phase shifters 25, 27 and 40, 42 by the corresponding links 63 and 65. The phase shifters of a same group are controlled symmetrically.

The device shown in Figure 2 makes it possible to determine the polarization of the waves captured at the antennae 20 and 22 by a suitable adjustment of the phase shiftings applied by the four phase shifters.

The operation thereof will now be explained:

Figure 3 shows two vectors  $A_1$  and  $A_2$ , corresponding, respectively, to the representative vectors of the waves captured by the horizontal polarization 20 and vertical polarization 22 antennae. These waves are phase-shifted by an angle  $\phi$ . This angle is modified by means of the phase shifters 25 and 27 under the control of the device 60 in such a way that the representative vectors of the waves at the outputs 28 and 30 of the phase shifters 25 and 27 are represented by the vectors  $A'_1$  and  $A'_2$  in Figure 3. The phase shifting  $\phi'_1$  of the vectors  $A'_1$  and  $A'_2$  (the amplitude of these vectors not having been modified) is such that, after passing into the magic T-piece 32, they appear at the outputs 34 and 35 of that of the vectors  $\Delta_1$  and  $\Sigma_1$ , corresponding, respectively, to the difference and the sum of the vectors  $A'_1$  and  $A'_2$  and whose amplitudes are equal. All the vectors considered are represented with their origins at a common point O.

The vectors  $\Delta_1$  and  $\Sigma_1$  are subjected to a second phase shifting by means of the phase shifters 40 and 42, such that the vector  $\Delta_1$  rotates by an angle  $\Phi$  which brings it into coincidence with the vector  $\Sigma_1$ . The two, equal and colinear vectors thus obtained at the outputs 43 and 45 of the phase shifters 40 and 42 are applied to the magic T-piece 50, which makes a wave corresponding to a vector  $\Sigma_2$ , whose amplitude is twice that of the vector  $\Sigma_1$ , appear at its output 54 and a wave having zero amplitude at its output 52.

The adjustment of the phase angles  $\phi_1$  and  $\phi_2$  of the phase shifters 25 and 27 and  $\Phi_1$  and  $\Phi_2$  of the phase shifters 40 and 42, which makes it possible to obtain a maximum amplitude at the output 54 and a minimum amplitude at the output 52, makes it possible to determine the polarization diagram of the wave captured by the antennae 20 and 22.

The phase shifters 25 and 27, 40 and 45 may be mechanical phase shifters of a known type, whose adjustment is obtained by means of servocontrols in response to the output signals 54 and 52, which

are sent by the links shown in dotted lines 72 and 74 to the respective inputs 76 and 78 of the control unit 60.

Other types of adjustable phase shifters might, of course, be used, such as, in particular, electronic ferrite phase shifters.

With the mechanical phase shifters that will be mentioned, the polarimeter in Figure 2 is suitable for operating in reciprocal mode. That is, if a signal is sent into the wave guide 54 forming the output of the magic T-piece 50 without sending a signal into the wave guide 52, a wave can be beamed by the antennae 20 and 22, whose linear polarization components correspond to those of the wave that was previously captured, i.e., having a polarization diagram identical to that of the captured signals.

This remark is advantageously made use of, in a jammer, after having determined the polarization diagram of the signals received from a source presumed to be hostile, for resending signals having the same polarization diagram according to methods suitable for misleading the detection devices either of the emitter radar itself, or of a semi-active device cooperating with this radar.

Moreover, the polarimeter device as shown in Figure 2 can also be used to vary the polarization diagram of the resent waves for the purpose of electronic countermeasure. To this end, a provision is made, in particular, to act on the phase shifters 25 and 27 and 40 and 42 by means of their controls 62 and 64 for progressively modifying the polarization diagram of the waves sent and for making it change towards a polarization orthogonal to the polarization initially detected. Thus, in the case of an elliptical polarization diagram for the waves initially detected, first pulses are sent, in response to pulses sent by the external source, whose polarization is elliptical and identical to that of the latter. This sending in adapted polarization is carried out according to a selected jamming law for creating, for example, a window flight during the time necessary for accomplishing this function. The pulses sent are very poorly attenuated by the hostile radar because of the adaptation of their polarization to same. The horizontal and vertical polarization components of the signals sent by the antennae 20 and 22 are then modified progressively until the pulses sent by the jammer are polarized elliptically according to a diagram, whose large axis and small axis are orthogonal to the large axis and small axis, respectively, of the polarization ellipse of the captured pulses. The direction of rotation of the waves sent in relation to the antennae 20 and 22 from which they come is identical to the direction of rotation of the captured waves in relation to their respective source on the aircraft 14.

The polarization diagram of the waves that are sent in response by the jammer are preferably caused to change in such a way that it passes by a condition orthogonal to that of the captured waves and that it certainly passes over it. According to one embodiment, a provision is made, by acting on the controls  $61_1$ ,  $62_2$  and  $64_1$ ,  $64_2$ , to vary the polarization diagram of the sent waves around the orthogonal polarization diagram initially determined, for example, cyclically or according to a different law of variation.

It was surprisingly observed that such a variation of the polarization diagram of the waves sent by a jammer was expressed in an extremely powerful, interfering effect on the radars which are provided for operating on the echoes that they receive from a target equipped with such a jammer. Without managing to explain the reason for this phenomenon precisely, one observes a destabilization of the servoloops of the hostile radar and the consecutive loss of aim of the missile on which this radar is mounted. It seems that this phenomenon is brought about, to a large extent, by an axis coupling that is induced by the radome of the hostile radar which transmits a polarization for which it is not intended.



Tests were carried out, in which one passes directly from a polarization diagram adapted to that of the captured pulses to an orthogonal polarization diagram. It was observed that the effects on the behavior of the hostile radar were very poor and did not make it possible to obtain a disturbance of same.

On the contrary, it was observed that, by progressively varying the polarization diagram of the false echoes sent by the jammer in proximity to the position orthogonal to that of the captured signals and by ensuring that this orthogonal position is crossed during this course, a considerable interference with the functioning of the hostile radars could be obtained in a reliable manner. It is possible to modify the rate of variation of the polarization of the sent signals. Moreover, it is possible to make their polarization diagram change beyond the position of orthogonality, once this has been passed, including to make it rotate one or more turns. Finally, the cycle of sending in adapted polarization followed by an orthogonal polarization can be repeated depending on needs and the time available.

As an example, a variation of the polarization diagram, making a modification of the phase shifting angles to the phase shifters 40 and 42 in  $0.25^\circ$  increments, provided excellent results. Of course, depending on the operating conditions and the polarization of the captured waves, it is possible to modify the phase shifters 25 and 27 alone, or the four phase shifters simultaneously. If the action is carried out on only the phase shifters 40 and 42, the so-called amplitude phase shifters, the position of orthogonality of the diagram of the signals sent in relation to the signals captured corresponds to a position of the phase shifters 40 and 42 at  $180^\circ$  from the position that they occupied in the position of sending in adapted polarization.

Moreover, it was noted that a law of variation or of change of the polarization of the resent waves could be combined with a variation of the power of these waves.

This variation of power may be obtained by modifying the power injected on the input  $\Sigma_2$  (input 54) of the polarimeter in Figure 2 with a sending function.

When one operates with a polarimeter whose phase shifters, instead of being mechanical, are of the electronic type, it is possible that the adjustment of the latter is not reciprocal in terms of receiving and sending. In other words, for a given phase shift, the adjustment is not the same depending on whether the polarization of the received waves is detected or on whether they are sent according to the same polarization diagram. The adjustments of these phase shifters are thus adapted, under the control of the unit 60 when one passes from the polarization detection phase to the adapted sending phase.

The process according to the present invention offers the advantage of being able to be put into practice even if the polarization of the captured waves is only detected relatively approximately.

Actually, the polarimeter in Figure 2 for detecting the polarization diagram of a captured wave with precision must be adjusted step by step, by successive tests, i.e., on successive captured pulses, as a function of search algorithms that take into account the bidimensional variation of the levels of the signals at the outputs 52 and 54 as a function of the phase shift values assigned by the phase shifters 25, 27 and 40, 42. It is often advantageous to limit the number of tests to gain time at the expense of a lower precision for the detection of the polarization diagram.

It is thus possible to obtain information on the polarization diagram of captured waves very quickly. By adopting a process of progressive change of the polarization diagram of the waves sent in

proximity to a condition orthogonal to that which was detected approximately, one can be certain to cross the real orthogonal position. Therefore, it is not necessary to detect the actual polarization of the captured waves with a very high precision, and consequently, a very large number of tests.

A jamming device 80 according to the present invention effective against an active, monopulse-type hostile radar 81 equipped with a sending antenna 82 is shown in Figure 4. The device 80 comprises an antenna or aerial 83 oriented for the reception of the horizontal polarization component of high-frequency signals sent by the aerial 82, as the arrow 84 shows schematically. It comprises a second antenna or aerial 85 oriented for the detection of the vertical polarization component of the signals 84. The aerials 83 and 85 are connected by respective, bidirectional wave guides 86 and 87 to the inputs of a polarization acquisition device 88, carried out essentially in the manner shown in Figure 2 and comprising a first phase processing stage comprising the phase shifters, such as 25 and 27, a first magic T-piece, such as 32, a second amplitude processing stage comprising the phase shifters, such as 40 and 42, followed by a second magic T-piece, such as 50, the input-output ports 98 and 99 of this device 88 corresponding to the outputs  $\Sigma_2$  and  $\Delta_2$  of the magic T-piece 50. This polarization acquisition device 88 or polarimeter comprises two control input-output ports 90 and 91 for the adjustment of the phase shifts successively applied to the polarization components detected by the aerials 83 and 85 and for the adjustment of the horizontal and vertical polarization components sent by the aerials 83 and 85 when the jammer functions in the sending mode. The ports 90 and 91 are connected to a polarization control device 92, which receives the position indications of the phase shifters and transmits orders for modifying same.

It is subject to the control of a jamming management processor 93 by a bidirectional link 89, whose role is particularly to control the law of variation of the polarization diagram of the waves sent by the jammer according to a preselected function, as was explained above, e.g., comprising a phase of determined duration in which the resending is carried out in polarization adapted to the polarization of the waves detected, and then a second phase in which this polarization varies until reaching and crossing the condition of orthogonality in relation to the polarization diagram of the captured waves.

The device 80 additionally comprises a classical jammer-responder 94 connected to the input-output ports 98 and 99 by the wave guides 95. This jammer comprises a set of two receivers 97, which are each connected to a respective wave guide 95 for detecting the signals appearing at the outputs 98 and 99 of the polarimeter 88 and for providing, via two respective links 102 and 104, information corresponding to the management unit 93 during the phase of detecting the polarization of the captured waves.

Moreover, the management unit 93 is connected by a control link 105 to an input 106 of the sending circuits 100 of the jammer 94 for controlling the sending of the jamming pulses, their frequency, their power, etc., to the input 108 of the wave guides 95, as a function, in particular, of any selected jamming law and corresponding to the positions of the phase shifters of the polarimeter.

## Claims

1. Electronic countermeasure process of the type in which electromagnetic signals coming from a source presumed to be hostile are captured with a view to sending countermeasure signals suitable for deceiving or for interfering with a receiver associated with this source, characterized in that the polarization diagram of the captured signals is detected at least approximately, and the polarization diagram of said countermeasure signals is acted on for making it change practically continuously over a given angular course as a function of the polarization diagram of the captured signals.
2. Process in accordance with claim 1, characterized in that, during the phase of change of the said polarization diagram of the countermeasure signals, it is made to cross a position orthogonal to that of the diagram detected for the captured signals.
3. Process in accordance with claim 1, characterized in that the polarization of the captured waves is detected regardless of whether their polarization diagram is linear, circular or elliptical.
4. Process in accordance with one of the claims 1 through 3, characterized in that the polarization diagram of the countermeasure signals is made to oscillate around the said orthogonal position.
5. Process in accordance with one of the claims 1 through 4, characterized in that, after having detected the polarization diagram of the captured signals, countermeasure signals are sent according to a polarization diagram that is more or less identical to that of the captured signals before making the said polarization diagram of the said signals change.
6. Process in accordance with claim 5, characterized in that, during the period of sending the said countermeasure signals according to a polarization diagram adapted to that of the captured signals, the said countermeasure signals are sent according to a predetermined jamming law.
7. Process in accordance with one of the claims 5 or 6, characterized in that the polarization diagram of the said countermeasure signals is acted on to make it change towards the said condition of orthogonality in a more or less continuous manner.
8. Process in accordance with one of the claims 1 through 7, characterized in that the power of the countermeasure signals sent is varied during at least a part of the phase of change of their polarization diagram.
9. Process in accordance with one of the above claims, characterized in that the captured signals are pulses, whose polarization is detected by the analysis of a plurality of successive pulses.
10. Radar device, particularly applicable to electronic countermeasures, comprising at least one antenna device and means for producing high-frequency signals with a view to sending them via this antenna device, characterized in that it additionally comprises adjustable polarization means suitable for varying the polarization diagram of the waves making up the high-frequency signals.
11. Device in accordance with claim 10, comprising at least one receiver to capture electromagnetic signals from a source presumed to be hostile (82) and for sending the said high-frequency signals as a function of the captured signals, characterized in that it comprises the said means (88) suitable for detecting the polarization diagram of the captured signals, in two dimensions, said control means being suitable for bringing about the variation of the polarization diagram of the sent signals in a

more or less continuous manner over an angular course as a function of the polarization diagram of the captured signals.

12. Device in accordance with claim 11, characterized in that the said control means are suitable for making the polarization diagram of the sent signals change for making it pass over a condition of orthogonality in relation to that of the captured signals.

13. Device in accordance with claim 11 or 12, characterized in that the detection means are suitable for functioning in a sending mode under the action of the said control means for adjusting the polarization of the sent signals.

14. Device in accordance with one of the claims 11 through 13, characterized in that it comprises two antenna devices (83, 85) operating with waves polarized in two orthogonal directions, a first stage (25, 27) suitable for making it possible to modify the phase shift of the waves sent by the two antennae, respectively, under the action of the said control means, a second stage (40, 42) suitable for producing, on two respective pathways, from a source of high-frequency signals, signals phase-shifted in relation to one another also in response to the said control means, and a coupling means (32) suitable for connecting these two pathways to the inputs of the said first stage.

FIG. 2

Key:

COMMANDE = CONTROL

FIG. 1

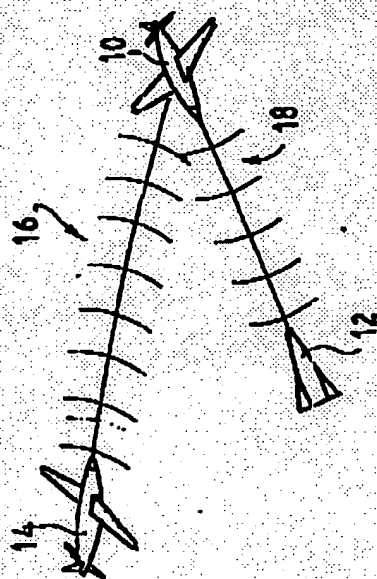
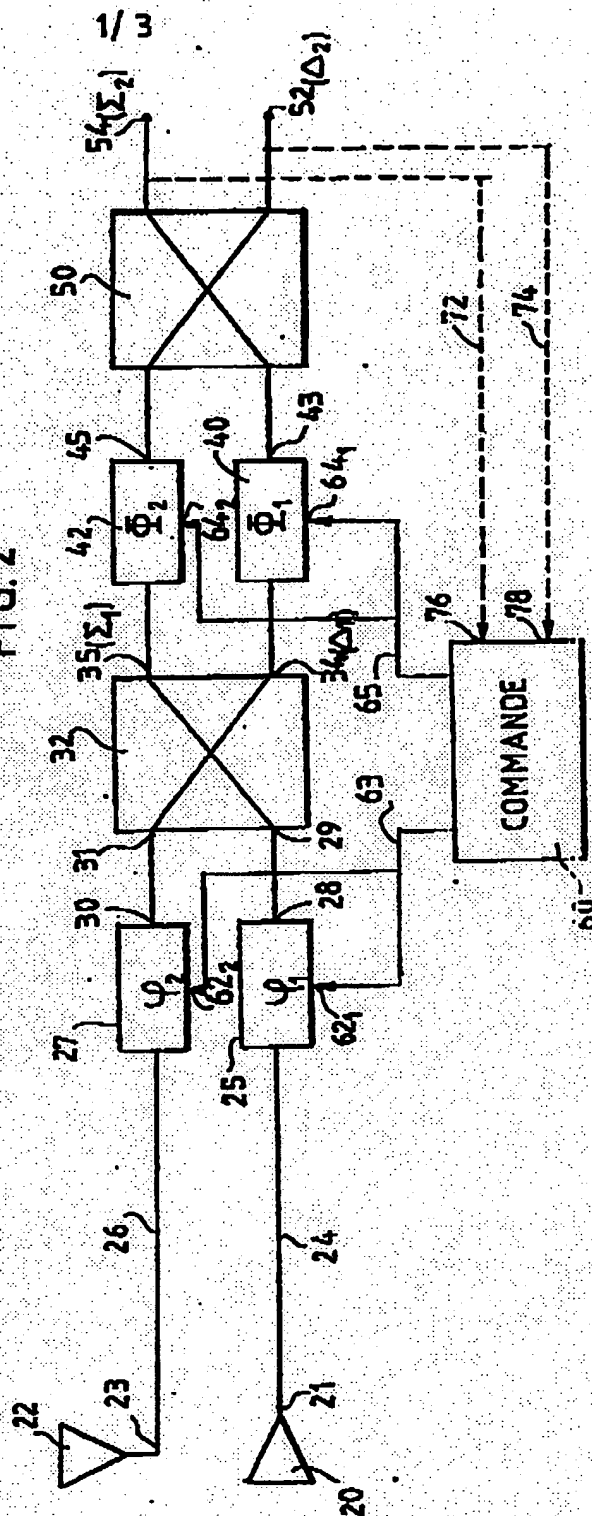


FIG. 2



2/3

FIG. 3

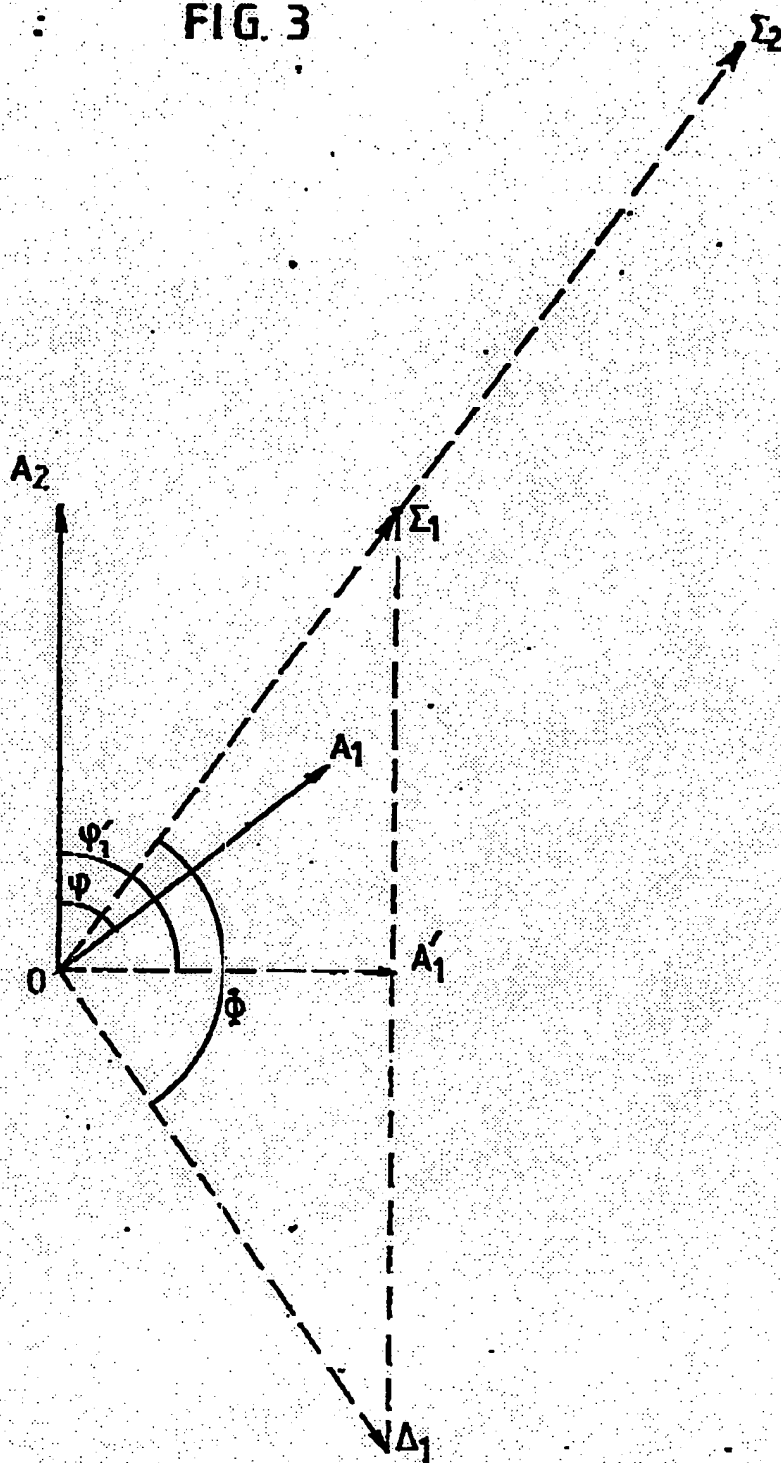


FIG. 4

Key:

RADAR HOSTILE = HOSTILE RADAR

ACQUISITION DE POLAR. = ACQUISITION OF POLARIZATION

BROUILLEUR = JAMMER

REPONDEUR = RESPONDER

RECEPTEURS = RECEIVERS

CONTROLE DEPHASEURS = CONTROL OF PHASE SHIFTERS

GESTION = MANAGEMENT

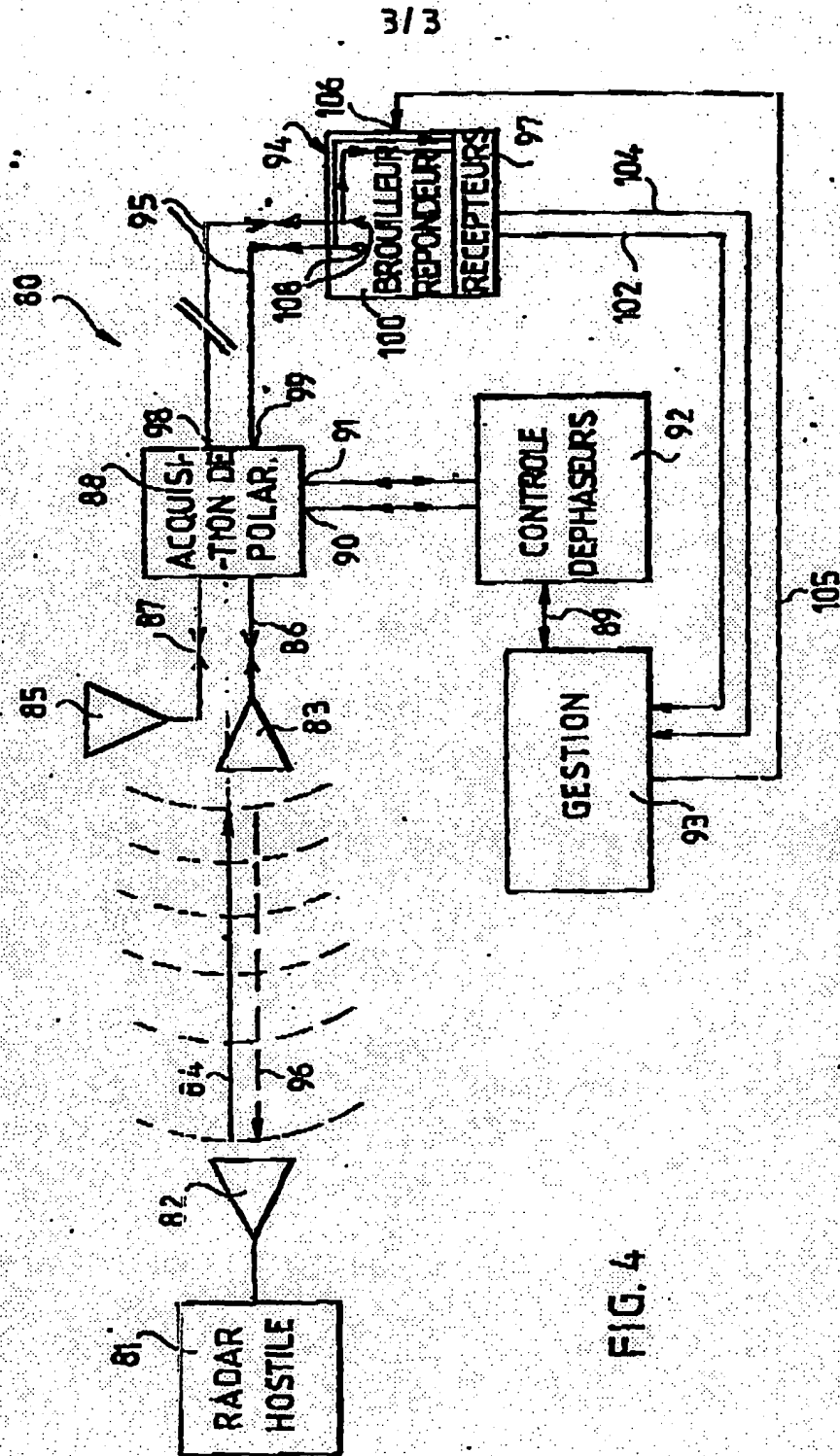


FIG. 4



DERWENT-ACC-NO: 1993-002423

DERWENT-WEEK: 199301

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Electronic counter measure technique for radar - has two antennae which sense horizontal and vertical polarisation of incoming jamming signal and adapt transmitter

INVENTOR: GOURION, J A

PATENT-ASSIGNEE: ELECTRONIQUE DASSAULT MARCEL[ELMD]

PRIORITY-DATA: 1981FR-0021334 (November 13, 1981)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
FR 2676125 A1	November 6, 1992	N/A	020	G01S 007/38

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
FR 2676125A1	N/A	1981FR-0021334	November 13, 1981

INT-CL (IPC): G01S007/38

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2676125A

BASIC-ABSTRACT:

Radar waves from a hostile jamming source are transmitted towards a Radar system. The system detects the vertical (85) and horizontal (83) levels of polarisation. The polar diagram is analysed in a polarimeter (88), and a computer (93) acts on the radar system's horizontal and vertical polarisation (92) to transmit the orthogonal component of the received jamming signal via the horizontal and vertically placed antennas.

ADVANTAGE - Reduces effect of enemy angle jamming in radars.

CHOSEN-DRAWING: Dwg. 4/4

TITLE-TERMS: ELECTRONIC COUNTER MEASURE TECHNIQUE RADAR TWO  
ANTENNA SENSE

HORIZONTAL VERTICAL POLARISE INCOMING JAMMING SIGNAL  
ADAPT TRANSMIT

DERWENT-CLASS: W02 W06

EPI-CODES: W02-C03A4; W06-A04E1C; W06-A04G1; W06-A04G3;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1993-001724

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 676 125

⑫ N° d'enregistrement national :

81 21334

⑬ Int Cl<sup>3</sup> : G 01 S 7/38

⑭

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 13.11.81.

⑯ Priorité :

⑰ Date de la mise à disposition du public de la demande : 06.11.92 Bulletin 92/45.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑲ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑴ Demandeur(s) : Société dite : ELECTRONIQUE  
MARCEL DASSAULT — FR.

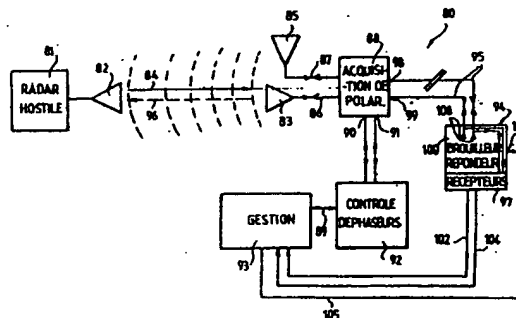
⑵ Inventeur(s) : Gourlon Jean-Philippe, André.

⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire : Cabinet Netter.

⑸ Procédé et dispositif de contre-mesure électronique mettant en œuvre des ondes électromagnétiques polarisées.

⑹ Dans un procédé et un dispositif de contre-mesure électronique, on capte des signaux électromagnétiques en provenance d'une source présumée hostile (82) en vue d'émettre des signaux de contre-mesure propres à tromper ou à perturber un récepteur associé à cette source. On détecte les composantes de polarisation des signaux captés à l'aide d'antennes (83, 85) et on analyse le diagramme de polarisation de ces signaux dans un polarimètre (88). On émet dans un premier temps des signaux de brouillage polarisés de la même manière que les signaux captés à partir du dispositif (88) et des antennes (83, 85), puis on fait évoluer le diagramme de polarisation des signaux émis à l'aide d'un réglage du polarimètre (88) jusqu'à une position orthogonale à celle du diagramme détecté pour les signaux captés.



FR 2 676 125 - A1



Procédé et dispositif de contre-mesure électronique  
mettant en oeuvre des ondes électromagnétiques polarisées.

L'invention concerne notamment les brouilleurs destinés à leurrer des systèmes d'armes adverses équipés de radars ou à les rendre inefficaces.

5 On connaît par exemple des systèmes d'armes, notamment aéroportés, qui comprennent un dispositif radar propre à "éclairer" une cible vers laquelle est larguée une charge explosive montée sur un vecteur guidé par un récepteur radar sensible aux échos en provenance de la cible.

10 Pour mettre en échec de tels systèmes, les cibles peuvent être équipées de dispositifs de contre-mesure, c'est-à-dire de brouillage, propres à capter les signaux qui leur parviennent en provenance du radar hostile et à émettre en réponse  
15 des signaux de nature à tromper le système de guidage adverse et/ou à en réduire l'efficacité.

En général, les ondes émises par les dispositifs de radars utilisés dans ces systèmes d'armes sont polarisées selon un  
20 diagramme de polarisation qui peut être caractérisé soit par une direction unique (polarisation rectiligne), soit par deux directions principales dans un plan (polarisation circulaire ou elliptique).

Pour pouvoir remplir son rôle efficacement, le brouilleur doit donc émettre des ondes dont la polarisation s'approche le plus possible de celle des signaux radars adverses qui lui parviennent. En général, cette dernière polarisation est  
5 inconnue et on essaie de s'y adapter par une disposition appropriée des aériens d'émission du brouilleur de façon à minimiser les écarts entre la polarisation des ondes de brouillage et toutes les formes de polarisation des signaux susceptibles d'être brouillés. En principe, plus ces écarts  
10 sont grands et plus les ondes émises par le brouilleur sont atténuées vis-à-vis du radar que l'on veut brouiller.

Toutefois, on s'est aperçu que, tout au moins sur un plan théorique, l'émission par un brouilleur de signaux dont le  
15 diagramme de polarisation diffère de celui des ondes du radar adverse peut être un facteur de perturbation du fonctionnement de ce dernier, mais les difficultés techniques de mise en oeuvre de ce principe qui représente une des formes d'un brouillage angulaire semblaient jusqu'à présent en interdire  
20 l'application pratique.

L'invention vise un procédé et un dispositif précisément destinés à permettre de réaliser efficacement une telle fonction de brouillage angulaire.

25 Conformément à l'invention, on capte les signaux électromagnétiques qui parviennent à un dispositif de contre-mesure électronique et on détecte, au moins approximativement, le diagramme de polarisation des signaux captés en vue d'émettre  
30 des ondes polarisées dont on modifie le diagramme de polarisation pour le faire évoluer d'une façon pratiquement continue sur un parcours angulaire déterminé et de préférence en lui faisant franchir une condition orthogonale à celle du diagramme des signaux captés. La détection de polarisation est  
35 opérée quel que soit le diagramme de polarisation des ondes captées, rectiligne, circulaire ou elliptique.

On a déjà proposé de perturber le fonctionnement d'un dispo-

sitif de radar adapté à recevoir des échos polarisés selon un diagramme déterminé, en lui transmettant des signaux d'ondes dont le diagramme de polarisation est perpendiculaire à celui de ces échos. Toutefois, les essais réalisés par la  
5 Demanderesse ont montré que les effets obtenus étaient faibles.

Or, on a remarqué d'une façon tout à fait inattendue que la perturbation d'un radar hostile pouvait être obtenue d'une  
10 façon extrêmement efficace lorsque le diagramme de polarisation des signaux réémis par le dispositif de contre-mesure au lieu d'être ajusté et maintenu dans une condition d'orthogonalité rigoureuse par rapport à celui des signaux captés, variait aux abords de cette condition jusqu'à la franchir.  
15 Les essais réalisés ont démontré que les circuits de détection d'un radar adverse qui captent de tels signaux à polarisation variable en passant par la position orthogonale, au lieu des échos pour lesquels ils sont adaptés, subissaient une déstabilisation très importante des asservissements qui  
20 entraînait avec elle le dépointage des organes de guidage soumis à la commande de ces circuits de détection.

On peut penser que le radome du système leurré contribue fortement à l'élaboration de l'erreur angulaire qui affecte  
25 ce système à partir des signaux de polarisation variable qu'il reçoit.

On a également constaté qu'il était avantageux de faire osciller le diagramme de polarisation des signaux de contre-  
30 mesure de part et d'autre de ladite condition d'orthogonalité.

Cette procédure présente l'avantage d'offrir la certitude que le diagramme de polarisation des signaux de contre-mesure atteint effectivement à un ou plusieurs instants au cours de  
35 son évolution une position rigoureusement orthogonale à celle des signaux captés, et cela même si la détermination du diagramme de polarisation de ces derniers n'a été faite que d'une manière approximative.

Selon une forme préférée de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, après avoir détecté le diagramme de polarisation de signaux en provenance d'une source externe présumée hostile, on commence par émettre des signaux de contre-mesure  
5 suivant un diagramme de polarisation sensiblement identique à celui des signaux captés, puis on fait évoluer celui-ci vers ladite position orthogonale.

On peut mettre à profit cette période d'émission de signaux  
10 de polarisation identique pour pratiquer une loi de brouillage telle qu'un vol de fenêtre. On sait qu'on désigne par ce terme une technique de contre-mesure applicable au cas où les signaux du radar hostile sont émis sous forme d'impulsions et les échos de la cible sont détectés par un système de pour-  
15 suite à fenêtres de distance ou de Doppler et selon laquelle on émet à l'aide du brouilleur des impulsions qui obéissent à une loi temporelle ou fréquentielle, propre à leurrer le dispositif de détection du radar adverse.

20 La modification du diagramme de polarisation des signaux de contre-mesure à partir du diagramme de polarisation des signaux captés peut être effectuée d'une manière relativement continue en direction de ladite position orthogonale, de façon à éviter des discontinuités qui risqueraient d'être relativement faci-  
25 les à détecter par les circuits d'un radar que l'on cherche à perturber.

Selon une forme d'exécution avantageuse de l'invention, on prévoit en outre de faire varier la puissance des signaux de  
30 contre-mesure émis, en même temps que l'on fait évoluer leur diagramme de polarisation.

Enfin, l'invention vise également un dispositif du type radar et notamment appliqué aux contre-mesures électroniques compre-  
35 nant des moyens de polarisation réglables permettant de faire varier la polarisation de signaux électromagnétiques qu'il émet. Selon un mode de réalisation, ce dispositif comprend également des moyens propres à analyser la polarisation d'ondes

captées en provenance d'un radar présumé hostile et des moyens de commande de ces moyens de polarisation en vue de faire évoluer le diagramme de polarisation des signaux de contre-mesure d'une manière sensiblement continue sur un  
5 parcours angulaire fonction de la polarisation des signaux captés.

Selon un mode d'application de l'invention, ces moyens de commande sont propres à faire évoluer le diagramme de polarisation desdits signaux de contre-mesure en franchissant  
10 une position orthogonale à celle du diagramme de polarisation de signaux captés en provenance d'un radar présumé hostile.

Les procédé et dispositif décrits sont particulièrement bien adaptés au brouillage de radars du type monopulse. Cette expression désigne des radars propres à détecter à partir des échos d'une impulsion, à la fois une information de distance, une information de site et une information de gisement de la cible. On connaît notamment de tels radars équipés d'une  
20 antenne à fentes rayonnantes multiples, ces fentes étant en général distribuées dans un plan divisé en quatre quadrants dont les entrées et sorties peuvent être commutées de telle façon que si l'on émet une impulsion radar simultanément par l'ensemble des fentes constituant les quatre quadrants, on  
25 peut recueillir à la fois la somme des puissances des échos reçus par les quatre quadrants pour déterminer la distance de la cible qui est à l'origine de ces échos et les différences deux à deux des puissances reçues par les quatre quadrants pour obtenir une localisation en site et en gisement de cette cible.  
30

Les explications et la description d'exemples de réalisation qui suivent sont données en référence aux dessins annexés dans lesquels :

35

la figure 1 illustre un exemple de situation propre à l'application de l'invention;

la figure 2 illustre un dispositif comprenant un polarimètre,



pour la mise en oeuvre de l'invention;

la figure 3 est un diagramme vectoriel illustrant les explications de la figure 2;

5

la figure 4 illustre schématiquement un appareillage de mise en oeuvre de l'invention.

Un avion "d'arme" 10 (figure 1) est équipé d'un dispositif de radar comprenant un brouilleur angulaire pourvu de perfectionnements selon l'invention. Ce brouilleur est propre à agir à l'égard de systèmes d'armes hostiles, tant du type actif que du type semi-actif.

15 Dans l'exemple de la figure 1, un missile 12 est lancé à partir d'un avion chasseur 14 qui "éclaire" l'avion cible 10 d'un faisceau d'impulsions hyperfréquence 16 dont les échos 18, après réflexion sur la cible 10, sont captés par le récepteur radar d'un dispositif autodirecteur semi-actif guidant le  
20 missile 12 en direction de la cible 10.

Le récepteur radar équipant le missile 12 et le radar équipant l'avion 14 sont du type monopulse. Ce dernier est équipé, dans cet exemple, d'une antenne à fentes dont la direction, en  
25 général verticale ou horizontale, définit la polarisation rectiligne, respectivement horizontale ou verticale, des ondes hyperfréquence émises.

Le brouilleur équipant la cible 10 fonctionne en répondeur,  
30 c'est-à-dire qu'il analyse les impulsions radar qu'il capte pour réémettre des impulsions propres à leurrer le radar semi-actif équipant le missile 12.

Il comprend un analyseur de fréquence d'un type connu, non  
35 représenté, et un analyseur de diagramme de polarisation représenté à la figure 2.

Le dispositif de la figure 2 est un polarimètre propre à détecter tout diagramme de polarisation, rectiligne, elliptique ou

circulaire, d'une onde hyperfréquence 16 en provenance d'un émetteur hostile tel que celui de l'avion 14. Il possède à cet effet deux antennes respectivement sensibles aux composantes horizontales et verticales des ondes électromagnétiques qui lui parviennent.

Les signaux aux sorties 21 et 23 des antennes 20 et 22 sont respectivement transmis par des guides d'ondes 24 et 26 à des déphaseurs respectifs 25 et 27 dont les sorties respectives 28 et 30 sont connectées aux entrées 29 et 31 d'un dispositif de couplage ou té magique. Ce dispositif est propre à délivrer sur ses sorties respectives 35( $\Sigma_1$ ) et 34( $\Delta_1$ ) des signaux correspondant respectivement à la somme ( $\Sigma_1$ ) et à la différence ( $\Delta_1$ ) des amplitudes des signaux hyperfréquence attaquant ses entrées 29 et 31.

Les ondes des sorties 34( $\Delta_1$ ) et 35( $\Sigma_1$ ) sont transmises respectivement à des déphaseurs 40( $\phi_1$ ) et 42( $\phi_2$ ) dont les sorties respectives 43 et 45 sont connectées par des guides d'ondes appropriés aux entrées respectives d'un nouveau té magique 50. Ce dernier effectue également la somme et la différence des signaux sur ses entrées pour faire apparaître sur ses sorties 52( $\Delta_2$ ) et 54( $\Sigma_2$ ) respectivement des signaux d'amplitudes égales à la différence et à la somme des amplitudes présentes sur ses entrées.

Les groupes de déphaseurs 25( $\phi_1$ ), 27( $\phi_2$ ) et 40( $\phi_1$ ), 42( $\phi_2$ ) sont réglables sous l'influence d'un dispositif de commande 60 relié respectivement aux entrées de commande 62<sub>1</sub>, 62<sub>2</sub> et 64<sub>1</sub>, 64<sub>2</sub> des déphaseurs 25, 27 et 40, 42 par des liaisons 63 et 65 correspondantes. Les déphaseurs d'un même groupe sont commandés symétriquement.

Le dispositif représenté à la figure 2 permet de déterminer, par un réglage approprié des déphasages appliqués par les quatre déphaseurs, la polarisation des ondes captées aux antennes 20 et 22.

On va maintenant en expliquer le fonctionnement :

On a représenté sur la figure 3 deux vecteurs  $A_1$  et  $A_2$  correspondant respectivement aux vecteurs représentatifs des ondes captées par les antennes de polarisation horizontale 20 et de polarisation verticale 22. Ces ondes sont déphasées d'un angle  $\varphi$ . On modifie cet angle à l'aide des déphaseurs 25 et 27 sous la commande du dispositif 60, de telle façon que les vecteurs représentatifs des ondes aux sorties 28 et 30 des déphaseurs 25 et 27 soient représentés par les vecteurs  $A'_1$  et  $A_2$  de la figure 3. Le déphasage  $\varphi'_1$  des vecteurs  $A'_1$  et  $A_2$  (l'amplitude de ces vecteurs n'ayant pas été modifiée) est tel qu'après passage dans le té magique 32 apparaissent sur les sorties 34 et 35 de celui-ci des vecteurs  $\Delta_1$  et  $\Sigma_1$  correspondant respectivement à la différence et à la somme des vecteurs  $A'_1$  et  $A_2$  et dont les amplitudes sont égales. Tous les vecteurs considérés sont représentés avec leurs origines en un point O commun.

On fait subir un deuxième déphasage aux vecteurs  $\Delta_1$  et  $\Sigma_1$  à l'aide des déphaseurs 40 et 42 tel que le vecteur  $\Delta_1$  tourne d'un angle  $\Phi$  qui l'amène en coïncidence avec le vecteur  $\Sigma_1$ . Les deux vecteurs égaux et colinéaires ainsi obtenus aux sorties 43 et 45 des déphaseurs 40 et 42 sont appliqués au té magique 50 qui fait apparaître sur sa sortie 54 une onde correspondant à un vecteur  $\Sigma_2$  dont l'amplitude est le double de celle du vecteur  $\Sigma_1$  et sur sa sortie 52 une onde d'amplitude nulle.

Le réglage des angles de phase  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  des déphaseurs 25 et 27 et  $\Phi_1$  et  $\Phi_2$  des déphaseurs 40 et 42 qui permet d'obtenir, sur la sortie 54, une amplitude maximale, et sur la sortie 52 une amplitude minimale permet de déterminer le diagramme de polarisation de l'onde captée par les antennes 20 et 22.

Les déphaseurs 25 et 27, 40 et 45 peuvent être des déphaseurs mécaniques de type connu dont le réglage est obtenu à l'aide de servo-commandes en réponse aux signaux de sortie 54 et 52 qui sont transmis par des liaisons figurées en tirets 72 et 74 à des entrées respectives 76 et 78 de l'unité de commande 60.

D'autres types de déphaseurs réglables pourraient bien entendu être utilisés tels que, notamment, des déphaseurs électroniques à ferrite.

5 Avec les déphaseurs mécaniques qui viennent d'être évoqués, le polarimètre de la figure 2 est propre à fonctionner en mode réciproque. C'est-à-dire que, si l'on émet un signal dans le guide d'onde 54 formant la sortie du té magique 50, sans émettre de signal dans le guide d'onde 52, on peut  
10 rayonner par les antennes 20 et 22 une onde dont les composantes de polarisation rectiligne correspondent à celles de l'onde précédemment captée, c'est-à-dire possédant un diagramme de polarisation identique à celui des signaux captés.

15 Cette remarque est avantageusement mise à profit pour, dans un brouilleur, après avoir déterminé le diagramme de polarisation des signaux reçus en provenance d'une source présumée hostile, réémettre des signaux possédant le même diagramme de polarisation, selon des modalités propres à induire en  
20 erreur les dispositifs de détection, soit du radar émetteur lui-même, soit d'un dispositif semi-actif coopérant avec ce radar.

Le dispositif de polarimètre tel que représenté à la figure 2  
25 peut en outre être utilisé pour faire varier le diagramme de polarisation des ondes réémises dans un but de contre-mesure électronique. A cet effet, on prévoit notamment d'agir sur les déphaseurs 25 et 27 et 40 et 42 à l'aide de leurs commandes 62 et 64 pour progressivement modifier le diagramme de  
30 polarisation des ondes émises et faire évoluer celui-ci vers une polarisation orthogonale à la polarisation initialement détectée. Ainsi, dans le cas d'un diagramme de polarisation elliptique pour les ondes détectées initialement, on commence par émettre des impulsions, en réponse aux impulsions émises  
35 par la source extérieure, dont la polarisation est elliptique et identique à celle de ces dernières. Cette émission en polarisation adaptée est effectuée selon une loi de brouillage sélectionnée, pour réaliser par exemple un vol de fenêtre,

- pendant le temps nécessaire à l'accomplissement de cette fonction. Les impulsions émises sont très peu atténuées par le radar adverse du fait de l'adaptation de leur polarisation à celui-ci. Puis on modifie progressivement les composantes
- 5 de polarisation horizontale et verticale des signaux émis par les antennes 20 et 22 jusqu'à ce que les impulsions émises par le brouilleur soient polarisées elliptiquement selon un diagramme dont les grand axe et petit axe sont respectivement orthogonaux aux grand axe et petit axe de l'ellipse
- 10 de polarisation des impulsions captées. Le sens de rotation des ondes émises par rapport aux antennes 20 et 22 dont elles émanent est identique au sens de rotation des ondes captées par rapport à leur source respective sur l'avion 14.
- 15 De préférence, on fait évoluer le diagramme de polarisation des ondes émises en réponse par le brouilleur de telle façon qu'il passe par une condition orthogonale à celle des ondes captées et qu'il la franchisse de façon certaine. Selon une forme de mise en oeuvre, on prévoit de faire varier, en
- 20 agissant sur les commandes  $61_1, 62_2$  et  $64_1, 64_2$ , le diagramme de polarisation des ondes émises autour du diagramme de polarisation orthogonale déterminé initialement, par exemple d'une manière cyclique ou selon une autre loi de variation.
- 25 On a constaté, de façon surprenante, qu'une telle variation du diagramme de polarisation des ondes émises par un brouilleur se traduisait par un effet perturbateur extrêmement puissant sur les radars prévus pour opérer sur des échos qu'ils reçoivent d'une cible équipée d'un tel brouilleur. Sans que l'on
- 30 parvienne à expliquer de manière précise la raison de ce phénomène, on constate une déstabilisation des boucles d'asservissement du radar adverse et le dépointage consécutif de l'engin sur lequel est monté ce radar. Il semble que ce phénomène soit provoqué pour une part importante par un couplage
- 35 d'axe induit par le radôme du radar hostile qui transmet une polarisation pour laquelle il n'est pas prévu.

On a effectué des essais dans lesquels on passe directement

d'un diagramme de polarisation adapté à celui des impulsions captées à un diagramme de polarisation orthogonale. On a constaté que les effets sur le comportement du radar adverse étaient très faibles et ne permettaient pas d'obtenir un dé-  
5 règlement de celui-ci.

Au contraire, on a constaté qu'en faisant varier progressive-  
ment le diagramme de polarisation des faux échos émis par le  
brouilleur au voisinage de la position orthogonale à celle des  
10 signaux captés, et en s'assurant que cette position orthogo-  
nale soit traversée au cours de cette évolution, une pertur-  
bation considérable du fonctionnement des radars adverses  
pouvait être obtenue d'une façon fiable. Il est possible de  
modifier la vitesse de variation de la polarisation des signaux  
15 émis. En outre, on peut faire évoluer leur diagramme de pola-  
risation au-delà de la position d'orthogonalité, une fois  
celle-ci franchie, y compris le faire tourner sur un tour ou  
plus. Enfin, le cycle d'émission en polarisation adaptée suivi  
d'une polarisation orthogonale peut être réitéré selon les  
20 besoins et le temps disponible.

A titre d'exemple, une variation du diagramme de polarisation  
faisant intervenir une modification des angles de déphasage  
aux déphaseurs 40 et 42 de  $0,25^\circ$  en  $0,25^\circ$  a fourni des résul-  
25 tats excellents. Bien entendu, il est possible en fonction  
des conditions opératoires et de la polarisation des ondes  
captées, de modifier soit les déphaseurs 25 et 27 seuls, soit  
les quatre déphaseurs simultanément. Dans le cas où l'on agit  
sur les seuls déphaseurs 40 et 42, dits déphaseurs d'amplitude,  
30 la position d'orthogonalité du diagramme des signaux émis par  
rapport aux signaux captés correspond à une position des dé-  
phaseurs 40 et 42 à  $180^\circ$  de la position qu'ils occupaient dans  
la position d'émission en polarisation adaptée.

35 En outre, on a remarqué qu'on pouvait allier une loi de varia-  
tion ou d'évolution de la polarisation des ondes réémises avec  
une variation de la puissance de ces ondes.

Cette variation de puissance peut être obtenue en modifiant la

puissance injectée sur l'entrée  $\Sigma_2$  (entrée 54) du polarimètre de la figure 2 fonctionnant en émission.

Lorsqu'on opère avec un polarimètre dont les déphaseurs au lieu d'être mécaniques sont du type électronique, il est possible que le réglage de ces derniers ne soit pas réciproque en réception et en émission. Autrement dit, pour un déphasage donné, le réglage n'est pas le même selon qu'on détecte la polarisation des ondes reçues ou qu'on émet suivant un même diagramme de polarisation. Les réglages de ces déphaseurs sont alors adaptés, sous la commande de l'unité 60 lorsqu'on passe de la phase de détection de la polarisation à la phase d'émission adaptée.

- 15 Le procédé selon l'invention offre l'avantage de pouvoir être mis en pratique même lorsque la détection de la polarisation des ondes captées n'est effectuée que de façon relativement approximative.
- 20 En effet, le réglage du polarimètre de la figure 2 pour détecter avec précision le diagramme de polarisation d'une onde captée doit s'effectuer pas à pas, par essais successifs, c'est-à-dire sur des impulsions captées successives, en fonction d'algorithmes de recherche qui tiennent compte de la
- 25 variation bidimensionnelle des niveaux des signaux aux sorties 52 et 54 en fonction des valeurs de déphasage assignées par les déphaseurs 25,27 et 40,42. Il est souvent intéressant de limiter le nombre d'essais pour gagner du temps au prix d'une moins bonne précision sur la détection du diagramme de polarisation.
- 30

On peut ainsi obtenir très rapidement une information approximative sur le diagramme de polarisation des ondes captées. En adoptant un processus d'évolution progressive du diagramme de polarisation des ondes émises au voisinage d'une condition orthogonale à celle qui a été détectée de façon approximative, on peut être certain de traverser la position orthogonale réelle. Il n'est donc pas besoin de détecter avec une très grande précision, et par conséquent un très grand nombre

d'essais, la polarisation effective des ondes captées.

On a représenté, sur la figure 4, un dispositif de brouilleur 80 selon l'invention, efficace contre un radar actif hostile de type monopulse 81 équipé d'une antenne d'émission 82. Le dispositif 80 comprend une antenne ou aérien 83 orienté pour la réception de la composante horizontale de polarisation des signaux hyperfréquence émis par l'aérien 82, comme le schématise la flèche 84. Il comprend une deuxième antenne ou aérien 85 orienté pour la détection de la composante verticale de polarisation des signaux 84. Les aériens 83 et 85 sont raccordés par des guides d'ondes bidirectionnels respectifs 86 et 87 aux entrées d'un dispositif d'acquisition de la polarisation 88 réalisé essentiellement de la manière représentée à la figure 2 et comprenant un premier étage de traitement en phase comprenant des déphaseurs tels que 25 et 27, un premier té magique tel que 32, un deuxième étage de traitement en amplitude comprenant des déphaseurs tels que 40 et 42 suivi d'un deuxième té magique tel que 50, les ports d'entrée-sortie 98 et 99 de ce dispositif 88 correspondant aux sorties  $\Sigma_2$  et  $\Delta_2$  du té magique 50. Ce dispositif d'acquisition de polarisation 88 ou polarimètre, comprend deux ports d'entrée-sortie de commande 90 et 91 pour le réglage des déphasages successivement appliqués aux composantes de polarisation détectées par les aériens 83 et 85, ainsi que pour le réglage des composantes de polarisation horizontale et verticale émises par les aériens 83 et 85 lorsque le brouilleur fonctionne en émission. Les ports 90 et 91 sont reliés à un dispositif de contrôle de la polarisation 92 qui reçoit les indications de position des déphaseurs et transmet des ordres de modification de celles-ci.

Il est soumis à la commande d'un calculateur de gestion du brouillage 93 par une liaison bidirectionnelle 89 dont le rôle est notamment de contrôler la loi de variation du diagramme de polarisation des ondes émises par le brouilleur selon une fonction présélectionnée, comme il a été expliqué précédemment, par exemple comprenant une phase de durée déterminée dans laquelle la réémission est effectuée en pola-



risation adaptée à la polarisation des ondes détectées, puis une deuxième phase dans laquelle cette polarisation varie jusqu'à atteindre et traverser la condition d'orthogonalité par rapport au diagramme de polarisation des ondes captées.

5

Le dispositif 80 comprend en outre un brouilleur-répondeur classique 94 connecté aux ports d'entrée-sortie 98 et 99 par des guides d'ondes 95. Ce brouilleur comprend un ensemble de deux récepteurs 97 reliés chacun à un guide d'onde 95

10 respectif pour détecter les signaux apparaissant aux sorties 98 et 99 du polarimètre 88 et fournir par deux liaisons respectives 102 et 104 les informations correspondantes à l'unité de gestion 93 pendant la phase de détection de la polarisation des ondes captées.

15

En outre, l'unité de gestion 93 est reliée par une liaison de commande 105 à une entrée 106 des circuits d'émission 100 du brouilleur 94 pour commander l'émission des impulsions de brouillage, leur fréquence, leur puissance, etc., à l'entrée  
20 108 des guides d'ondes 95, en fonction notamment de toute loi de brouillage sélectionnée et en correspondance des positions des déphaseurs du polarimètre.

## Revendications

1. Procédé de contre-mesure électronique du type dans lequel on capte des signaux électromagnétiques en provenance d'une  
5 source présumée hostile en vue d'émettre des signaux de contre-mesure propres à tromper ou à perturber un récepteur associé à cette source, caractérisé en ce qu'on détecte au moins approximativement le diagramme de polarisation des  
10 signaux captés et on agit sur le diagramme de polarisation desdits signaux de contre-mesure pour le faire évoluer d'une façon pratiquement continue sur un parcours angulaire donné en fonction du diagramme de polarisation des signaux captés.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au cours de la phase d'évolution dudit diagramme de polarisation des signaux de contre-mesure on lui fait franchir une position orthogonale à celle du diagramme détecté pour les signaux captés.
- 20 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la détection de la polarisation des ondes captées est opérée quel que soit leur diagramme de polarisation, rectiligne, circulaire ou elliptique.
- 25 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on fait osciller le diagramme de polarisation des signaux de contre-mesure autour de ladite position orthogonale.
- 30 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'après avoir détecté le diagramme de polarisation des signaux captés, on émet des signaux de contre-mesure suivant un diagramme de polarisation sensiblement identique à celui des signaux captés avant de faire évoluer ledit diagramme de  
35 polarisation desdits signaux.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que pendant la période d'émission de signaux de contre-mesure suivant un diagramme de polarisation adapté à celui des

signaux captés, on émet lesdits signaux de contre-mesure selon une loi de brouillage prédéterminée.

- 5 7. Procédé selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce qu'on agit sur le diagramme de polarisation desdits signaux de contre-mesure pour le faire évoluer vers ladite condition d'orthogonalité d'une manière sensiblement continue.
- 10 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'on fait varier la puissance des signaux de contre-mesure émis pendant au moins une partie de la phase d'évolution de leur diagramme de polarisation.
- 15 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les signaux captés sont des impulsions dont on détecte la polarisation par l'analyse de plusieurs impulsions successives.
- 20 10. Dispositif de radar, notamment applicable aux contre-mesures électroniques comprenant au moins un dispositif d'antenne et des moyens pour produire des signaux hyperfréquence en vue de leur émission par ce dispositif d'antenne, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de polarisation réglables propres à faire varier le diagramme de polari-
- 25 sation des ondes composant les signaux hyperfréquence.
- 30 11. Dispositif selon la revendication 10, comprenant au moins un récepteur pour capter des signaux électromagnétiques en provenance d'une source présumée hostile (82) et émettre lesdits signaux hyperfréquence en fonction des signaux captés, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (88) propres à détecter le diagramme de polarisation des signaux captés, dans deux dimensions, lesdits moyens de commande étant propres à provoquer la variation du diagramme de polarisation
- 35 des signaux émis d'une manière sensiblement continue sur un parcours angulaire en fonction du diagramme de polarisation des signaux captés.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits moyens de commande sont propres à faire évoluer le diagramme de polarisation des signaux émis pour lui faire franchir une condition d'orthogonalité par rapport à celui  
5 des signaux captés.

13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les moyens de détection sont propres à fonctionner en émission sous l'action desdits moyens de commande pour  
10 régler la polarisation des signaux émis.

14. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend deux dispositifs d'antenne (83, 85) opératoires avec des ondes polarisées dans deux directions  
15 orthogonales, un premier étage (25,27) propre à permettre de modifier sous l'action desdits moyens de commande le déphasage des ondes émises respectivement par les deux antennes, un deuxième étage (40,42) propre à produire sur deux voies res-  
pectives, à partir d'une source de signaux hyperfréquence,  
20 des signaux déphasés l'un par rapport à l'autre également en réponse auxdits moyens de commande et un moyen de couplage (32) propre à relier ces deux voies aux entrées dudit premier étage.

FIG. 1

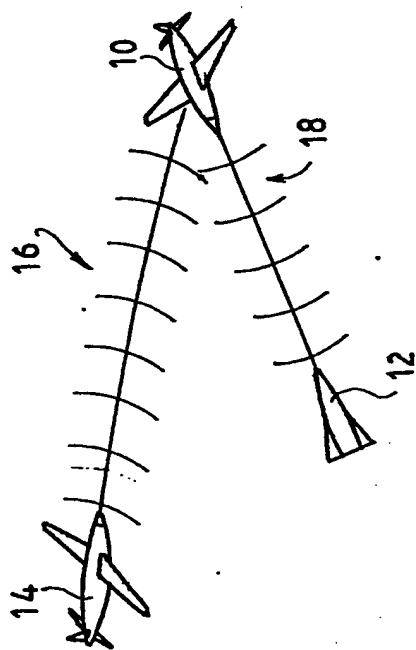


FIG. 2

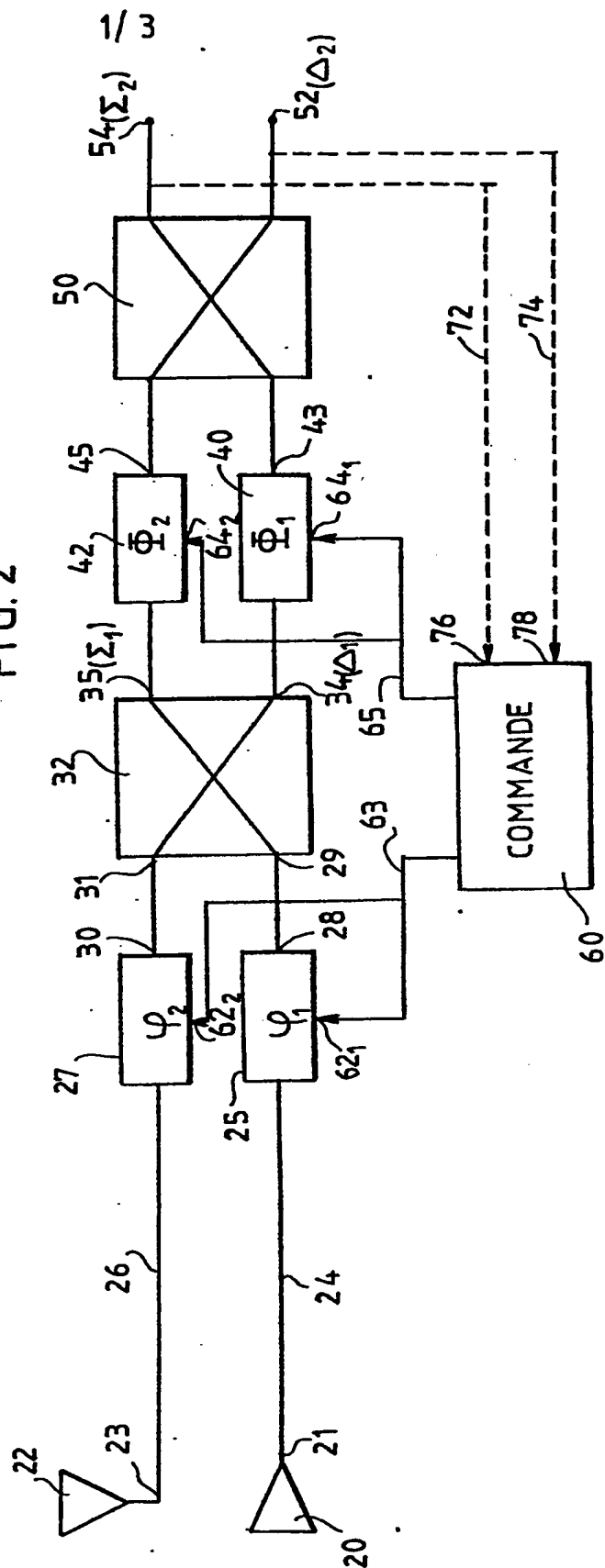
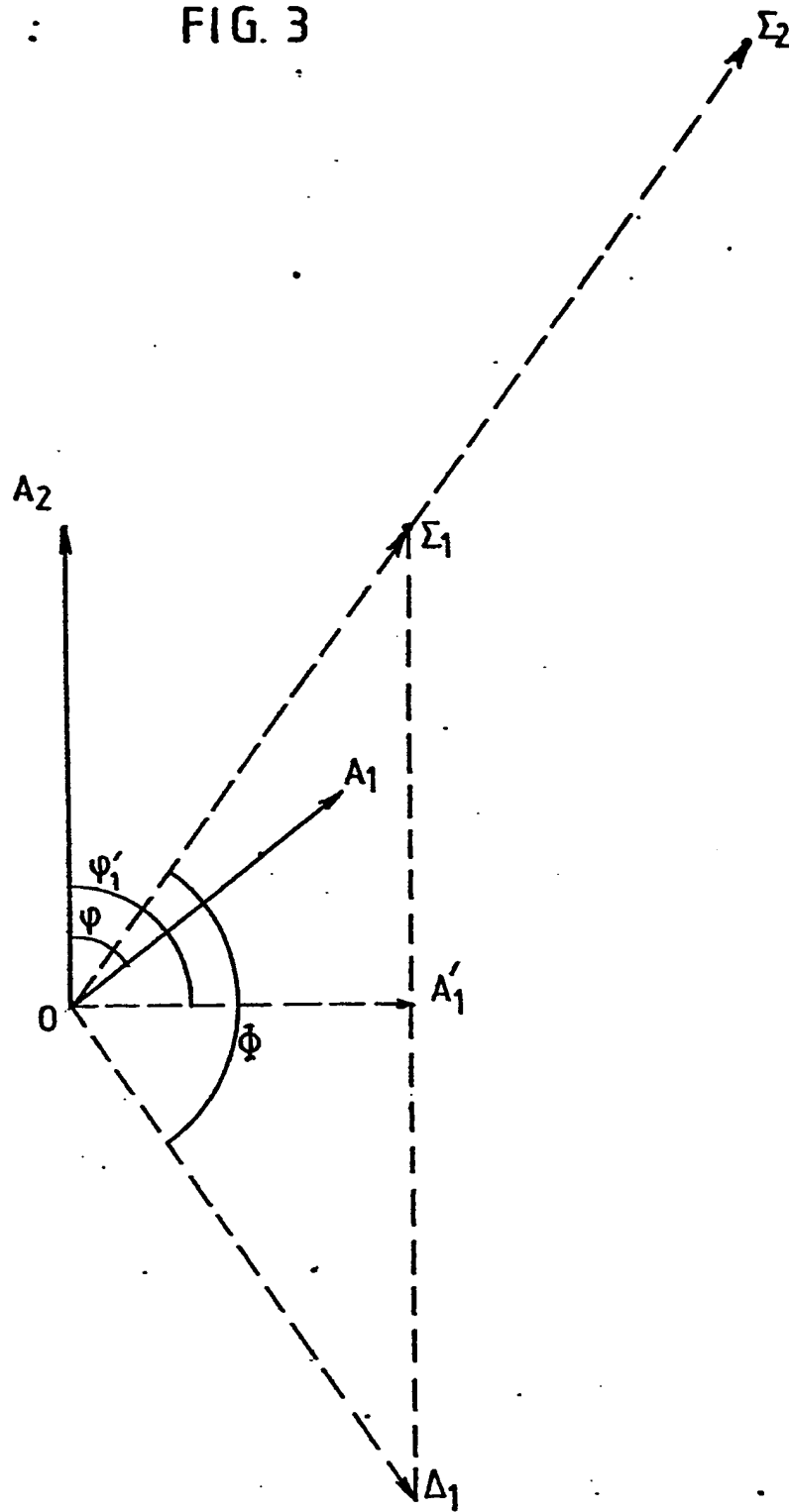


FIG. 3



3/3

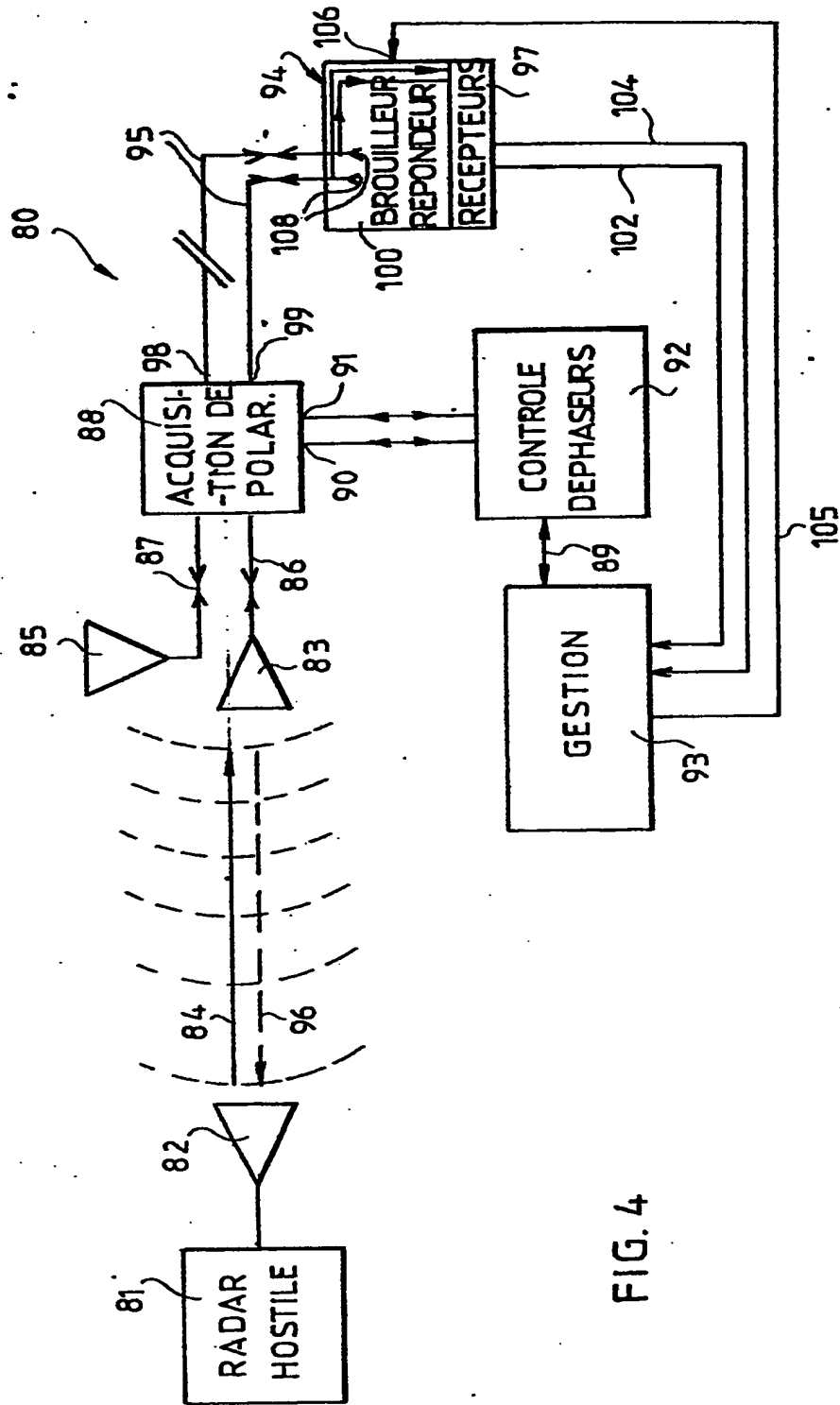


FIG. 4